

Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz

Jorge Andrés Albarracín-Zaidiza¹
Nelson Enrique Fonseca-Carreño²
Luis Hernando López-Vargas³

Fecha de recepción: 15 de noviembre de 2018

Fecha de aceptación: 1 de marzo de 2019

Resumen

Se evaluó la sustentabilidad a 12 agroecosistemas en la provincia del Sumapaz en Cundinamarca, a través de la metodología MESMIS. Los atributos estimados fueron: productividad, confiabilidad, adaptabilidad, autogestión, equidad, estabilidad y resiliencia. El objetivo de la investigación es identificar estrategias para mejorar la relación entre los agroecosistemas y las prácticas agroecológicas y así poder contribuir con la preservación sustentable de los sistemas de producción. La descripción de variables biofísicas y socioeconómicas se consiguió de una revisión de fuentes primarias y secundarias: visita de campo, entrevistas, recorridos guiados y cartografía social. Se evaluaron los agroecosistemas a través de 20 indicadores de sustentabilidad, dentro de las dimensiones económica, social y ambiental. Los resultados demuestran que son “medianamente sustentables”, con índices positivos que van de 62 a 74 %, debido a las condiciones socioeconómicas y productivas en el ámbito de la finca, las cuales son operadas por mano de obra familiar, lo que genera una estabilidad en cuanto al conocimiento de la zona, paisaje, fertilidad, coberturas vegetales, fuentes de agua y expresiones de la vegetación. A su vez, los agroecosistemas albergan gran biodiversidad y ofrecen una amplia gama de beneficios a través de los ecosistemas, lo cual incentiva la incorporación de prácticas agroecológicas, apropia tecnologías para la utilización de fuentes renovables de energía y contribuye gradualmente al logro de la soberanía alimentaria, aportando así a la sustentabilidad.

Palabras clave: agricultura; agroecología; biodiversidad; MESMIS; sustentabilidad.

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja-Boyacá, Colombia). ORCID: [0000-0001-8408-013X](https://orcid.org/0000-0001-8408-013X).

² M.Sc. Universidad de Cundinamarca (Fusagasugá-Cundinamarca, Colombia). nefonseca@cundinamarca.edu.co. ORCID: [0000-0001-6266-7255](https://orcid.org/0000-0001-6266-7255).

³ Universidad de Cundinamarca (Fusagasugá-Cundinamarca, Colombia). lhlopez@ucundinamarca.edu.co. ORCID: [0000-0002-4261-572X](https://orcid.org/0000-0002-4261-572X).

Agroecological Practices as Contribution to the Sustainability of Agroecosystems. Case Study of Sumapaz Province

Abstract

The sustainability assessment was carried out on 12 agroecosystems in the Sumapaz province in Cundinamarca, through the MESMIS methodology. The attributes evaluated were: productivity, reliability, adaptability, self-management, equity, stability, and resilience. The objective of the research is to identify strategies to improve the relationship between agroecosystems and agroecological practices and thus contribute to the sustainable preservation of production systems. The description of biophysical and socioeconomic variables was obtained from a review of secondary and primary sources: field checks, interviews, guided tours and social cartography. Agroecosystems were evaluated through 20 sustainability indicators, within the economic, social and environmental dimensions. The results show that they are "moderately sustainable", with positive rates ranging from 62 to 74%, due to the socioeconomic and productive conditions at the farm level, which are operated by family labor, which generates stability in terms of knowledge of the area, landscape, fertility, vegetation, water sources and vegetation expressions. In turn, agroecosystems are home to a great biodiversity and offer a wide range of benefits through ecosystems, which encourages the incorporation of agroecological practices, appropriate technologies for the use of renewable energy sources, contributes gradually to the achievement of food sovereignty, thus contributing to sustainability.

Keywords: agriculture; agroecology; biodiversity; MESMIS; sustainability.

Para citar este artículo:

Albarracín-Zaidiza, J. A., Fonseca-Carreño, N. E., & López-Vargas, L. H. (2019). Las prácticas agroecológicas como contribución a la sustentabilidad de los agroecosistemas. Caso provincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*, 16(2), 39-55. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n2.2019.9139>.

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0



I. INTRODUCCIÓN

En el documento "Nuestro Futuro Común", de la Comisión Brundtland, publicado en 1987, se afirma que el modelo de desarrollo adoptado por los países industrializados e imitado por los países en desarrollo, genera una incompatibilidad entre los sistemas de producción, consumo, uso racional del capital natural. A su vez, los modelos actuales de desarrollo tienen consecuencias ambientales (aumento de la pobreza, mayor vulnerabilidad, menor resiliencia y degradación de los ecosistemas) (Fonseca & Vega, 2018). Entonces, se genera la necesidad de adoptar un modelo de sustentabilidad (sostenibilidad, para otros autores), en el que se tengan en cuenta las prácticas cotidianas de los agroecosistemas, que incluyan procesos de producción, transformación, comercialización y protección de la biodiversidad (Fonseca & Vega, 2017a).

Probablemente, la producción agropecuaria es causante de la pérdida de biodiversidad. Desde la óptica conservacionista, se buscan alternativas que minimicen el impacto ecológico, causado principalmente por prácticas agropecuarias inadecuadas, lo cual genera un consumo excesivo del capital natural, a través del manejo y desgaste del suelo, la contaminación de fuentes hídricas, la tecnología empleada, insumos, semillas y mano de obra no calificada.

Junto a los efectos negativos ambientales, la revolución verde —modelo productivo dominante— ha generado una degradación de las prácticas culturales, las cuales soportan los ecosistemas. La estandarización de las prácticas productivas —basada en el monocultivo— ocasiona una pérdida no controlable de biodiversidad, tanto de las actividades antrópicas, como de la calidad, cantidad y frecuencia de los productos agropecuarios. Al respecto, Fuentes y Marchant (2016) señalan que los sistemas agrícolas dependientes del modelo de revolución verde, a través de sus prácticas convencionales, tienen efectos perjudiciales por el uso indiscriminado de insumos externos y pérdida de genética.

Por tanto, la agricultura en Colombia, establecida con tecnologías de uso intensivo de agroquímicos y mecanización inadecuada, acarrea efectos negativos sobre el capital natural y la sociedad rural, en términos ecológicos (afectación de la biodiversidad) y socioeconómicos (concentración de tierra, recursos y capital) (Fonseca, Cleves & León, 2016). A pesar de las consecuencias de la revolución verde, los agroecosistemas han conseguido subsistir conservando prácticas ancestrales bajo modelos agroecológicos. Por su parte, Altieri y Toledo (2011) afirman que el modelo de producción agroecológico permite concebir un sistema de producción sustentable, por la baja utilización y dependencia de insumos externos a causa de la revolución verde. Dichas externalidades tienen efectos en la preservación del suelo, el agua y la biodiversidad (Fuentes & Marchant, 2016).

Bajo esta proposición, las prácticas bajo el enfoque de agroecología se fundan como alternativa que favorece la sustentabilidad de los agroecosistemas y el manejo resiliente del capital natural (Fuentes & Marchant, 2016). A su vez, Altieri y Nichols (2000) indican que el enfoque agroecológico y sus respectivas prácticas

son la base para el desarrollo agrícola y un nuevo modelo de desarrollo rural, a través del diálogo de saberes entre los actores de la cadena de valor en la producción agropecuaria (Sevilla & Soler, 2009). Además de la estrecha relación que se teje entre los conocimientos versus las prácticas productivas, existen presiones externas sobre el contexto agropecuario como la asistencia técnica, las políticas públicas y la dinámica del mercado, cuyas consecuencias radican en que los conocimientos de los agricultores no se convierten en prácticas agroecológicas definidas (Blandi, Cavalcante, Gargoloff & Sarandón, 2016). Por lo tanto, el uso y el manejo de prácticas agroecológicas basadas en sapiencias locales y elementos ecológicos, permiten la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Para lo cual, Martínez (2009) propone tres dimensiones necesarias para lograr la sustentabilidad: i) ecológica, mantiene, preserva y potencia la diversidad de los ecosistemas y su productividad; ii) social, acceso equitativo a los bienes ambientales, tanto de géneros, como de costumbres y culturas; iii) económica, unidades de producción local y diversificada, que generen un equilibrio entre producción, consumo, excedentes e ingresos.

Sin embargo, en la provincia del Sumapaz, localizada en el departamento de Cundinamarca, la sustentabilidad no ha sido evaluada ni analizada, según una revisión bibliográfica. La presente investigación tiene como propósito aportar elementos para identificar estrategias que mejoren la relación entre los agroecosistemas y las prácticas agroecológicas y así poder contribuir con la preservación sustentable de los sistemas de producción, no solo en esta región, sino también en otros contextos del campo colombiano.

En concordancia con lo anterior, no se busca “reemplazar un paquete químico por otro paquete ecológico”, se propone generar adaptaciones o prácticas resilientes, tanto en el diseño, rediseño o manejo de agroecosistemas, que fortalezcan las alternativas ecológicas que ofrece la biodiversidad (Sarandón, 2014). Es evidente que los sistemas convencionales basados en la revolución verde tienen que adaptar su forma de producción para enfrentar las condiciones del mercado: fluctuación de oferta y demanda, precarias condiciones de comercialización, inestabilidad de los aliados estratégicos, costes de producción, además de las presiones cambiantes asociadas a la variabilidad y cambio climático (Nicholls, Henao & Altieri, 2015).

Existen varias metodologías para medir o evaluar la sustentabilidad en el ámbito de la finca, según lo mencionan Gutiérrez, Aguilera, González y Pérez (2011). Sin embargo, bajo una revisión de literatura y estudios de caso se utilizó el MESMIS —Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad— diseñado por Masera, Astier y López-Ridaura (1999). Dicha metodología se adapta a las condiciones agropecuarias y rurales colombianas, especialmente en el departamento de Cundinamarca, no solamente de la finca, sino de agroecosistemas, de forma

individual o comparativa, a través de un equipo de trabajo interdisciplinario y de forma participativa (Astier, Speelman, López-Ridaura, Masera & González-Esquivel, 2011). A su vez, MESMIS se ha aplicado a satisfacción en varios estudios en Latinoamérica y el Caribe (Masera & López-Ridaura, 2000).

Es por esto que es pertinente conocer las características biofísicas de los ecosistemas y cómo estos son afectados por las prácticas agropecuarias convencionales; por lo tanto, es fundamental una planificación asertiva del uso, la disposición y el manejo del capital natural (Sarandón, 2014), concibiendo sinergias que beneficien las interacciones ecológicas del agroecosistema (Stupino, Lermanó, Gargoloff & Bonicatto, 2014). Así, la agroecología se interpreta como una herramienta para diseñar y modelar agroecosistemas sustentables (Paleologos, Lermanó, Blandi & Sarandón, 2017), los cuales, según Dussi y Flores (2018), deben ser económicamente viables, ecológicamente adecuados y socialmente aceptables.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Ubicación geográfica

El trabajo de campo se realizó en la provincia del Sumapaz, ubicada en el suroccidente del departamento de Cundinamarca, limita al norte con las provincias del Tequendama y Soacha, al sur con el Tolima, al oriente con Bogotá y al occidente con la provincia del Alto Magdalena. Está conformada por diez municipios: Cabrera, Pasca, Silvania, Arbeláez, Granada, Pandi, San Bernardo, Tibacuy, Venecia y Fusagasugá como capital de provincia. Dichos municipios integran la cuenca hidrográfica del río Sumapaz, que nace en la reserva del páramo de Sumapaz. La provincia tiene una extensión de 1808 km², la cual representa el 8 % del área total de Cundinamarca, hecho que la ubica como la sexta, en cuanto a tamaño, en el departamento (Bermúdez, Arenas & Moreno, 2017).



Fig. 1. Ubicación de los municipios muestreados de la provincia de Sumapaz. Se ilustra del nivel macro: Colombia, Cundinamarca, hasta el nivel micro: provincia de Sumapaz y municipios que la integran.

B. Selección de la muestra

Para la selección de los agroecosistemas se tuvieron en cuenta los sistemas de producción agropecuaria bajo enfoque de agroecología. Los cuales, según Fonseca *et al.* (2016), incorporan principios de agricultura sostenible, que proveen valor a las prácticas culturales y saberes ancestrales de grupos campesinos y están encaminados a abastecer la autosuficiencia alimentaria y reducir la sumisión de materia prima e insumos externos. A su vez, se consideraron los siguientes criterios: i) tamaño de las fincas (1-10 ha), ii) fincas con ganado bovino, iii) inventario presente de especies menores, iv) producción agrícola permanente y v) accesibilidad y vías de comunicación. Los agroecosistemas seleccionados están ubicados en los municipios de Cabrera (n=3); Granada (n=3); Pasca (n=3) y San Bernardo (n=3) (Figura 1).

C. Técnicas y herramientas para captura de información

Se efectuó un estudio con las comunidades agropecuarias rurales en la provincia, el cual consistió en trabajo de extensión, observación, entrevistas semiestructuradas, diálogo de saberes, caminatas y cartografía social, tomando como base métodos participativos de Geilfus (1997). Se evaluaron las características y los factores socioeconómicos de los agroecosistemas, dentro de las variables: i) familiar (integrantes, escolaridad, rol); ii) finca (tamaño, tenencia de la tierra, permanencia, instalaciones sanitarias, suministro de electricidad, fuentes de combustible); iii) comportamiento área sembrada; iv) comportamiento volumen de producción; v) comportamiento ingresos agropecuarios; vi) componente agrícola (manejo agrícola, manejo del suelo, prácticas culturales, manejo y disposición de residuos, inventario de plagas y enfermedades); vii) componente forestal (usos y beneficios, inventario forestal, inventario de especies endémicas de fauna y flora; viii) componente hídrico (uso, disponibilidad, manejo, prácticas de protección y conservación, tratamiento aguas servidas; xi) componente pecuario (inventario y orientación de la ganadería, manejo de la información, bioseguridad, suministro de alimentos y suplementos, inventario especies menores). La caracterización de variables biofísicas se realizó a través de los estudios de suelos y zonificación de tierras del departamento de Cundinamarca (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2000).

D. Colección y análisis de datos

La entrevista se aplicó a doce productores agropecuarios de la provincia. Cada una de las cuarenta variables biofísicas y socioeconómicas se valora de forma cualitativa y cuantitativa, dependiendo de su uso y finalidad, y es comparada entre los agroecosistemas para determinar su valoración tipo semáforo, la cual determina la importancia de los beneficios colectivos.

E. Atributos y criterios para la evaluación del marco MESMIS

Los criterios e indicadores de sustentabilidad provienen de los atributos de cada agroecosistema y son descritos por Gutiérrez *et al.* (2011) como: i) **productividad**,

la eficiencia de los sistemas para producir bienes o servicios; ii) **confiabilidad**, propiedades relacionadas con la conservación de los recursos base; iii) **adaptabilidad**, capacidad de los sistemas para transformar su funcionamiento antes posibles cambios del entorno; iv) **autogestión**, capacidad de los sistemas para disminuir su dependencia de materia prima, insumos y mano de obra externa, así como la toma de decisiones positivas entre la comunidad; v) **equidad**, distribución de derechos, deberes, responsabilidades entre género; vi) **estabilidad**, perseverancia en la producción y rendimiento en el sistema productivo ante externalidades, y vii) **resiliencia**, capacidad del sistema de producción para proteger y salvaguardar la productividad ante situaciones de incertidumbre o perturbaciones.

F. Escala de valoración marco MESMIS

Los resultados se agruparon con indicadores propuestos, a través de los atributos mencionados, con base en las dimensiones económica, social y ambiental, mediante escalas de valorización en rangos de 1 a 5. Dentro de las mediciones, uno (1) es el valor más bajo de sustentabilidad y cinco (5) es la situación favorable de la evaluación. Este puntaje máximo, según Fonseca y Fonseca (2014), se plantea como óptimo o “ideal”. Igualmente, la ponderación final se estableció en valores porcentuales, donde de 20 a 59 % representa que el agroecosistema es “no sustentable”; de 60 a 79 %, “medianamente sustentable”; y de 80 a 100 %, “sustentable”.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Caracterización de los agroecosistemas en la provincia del Sumapaz

A partir del mapa de recursos naturales y modelo sistémico de finca, los integrantes de cada agroecosistema identificaron, trazaron y dividieron los diferentes subsistemas (familiar, agrícola, pecuario y agroforestal), en entradas, prácticas agropecuarias y salidas; indicando los productos que cada subsistema produce, su origen y destino (autoconsumo y comercialización). Para la conformación de las actividades productivas se tuvieron en cuenta los aspectos y los factores más sobresalientes, compuestos por un conjunto de prácticas que los estructuran y definen; las cuales fueron definidas y caracterizadas en consenso, determinando así las más relevantes o “buenas prácticas productivas” en los subsistemas de producción.

Es así como se conciben los subsistemas productivos; procesos que integran, transforman y generan resiliencia de variables de entrada en variables de salida, con una alta interacción entre los elementos que los constituyen, para la obtención de productos o servicios. Para lo cual, el subsistema productivo utiliza métodos de producción dentro de su entorno, combinación de fuerza de trabajo y diferentes medios de producción adaptado a las condiciones del capital natural y a las necesidades del momento (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2010; Fonseca, 2015).

A su vez, se definieron y priorizaron los indicadores para medir la sustentabilidad (Tabla 1). Los veinte indicadores presentados, expresan el comportamiento y las condiciones socioeconómicas y biofísicas de los agroecosistemas en la provincia del Sumapaz.

Tabla 1. Atributos e indicadores de sustentabilidad

Atributos	Indicadores	Método de medición	Escala
Productividad	1. Producción por ha de cultivos	kg/ha agrícola	(5) > promedio nacional; (3) promedio nacional; (1) < promedio nacional
	2. Carga por ha sistema ganadero	Unidades de gran ganado (UGG)/ha	(5) >1; (3) 1; (1) <1
	3. Rentabilidad	Utilidad/Ventas*100	(5) > 6 %; (3) 5 %; (1) < 4 %
Estabilidad Resiliencia Confiabilidad	4. Educación formal y no formal de la familia	Existencia de centros educativos en la vereda	(5) >1; (3) 1; (1) <1
	5. Medidas de conservación de suelos	% área con prácticas agroecológicas	(5) > 51 %; (3) entre el 40 y 50 %; (1) < 49 %
	6. Evolución de malezas problema	% de potreros invadidos por gramilla	(5) No se observa; (3) entre 10 y 20 %; (1) Gramilla > 20%
	7. Grado de cobertura del suelo	% de predio con suelo cubierto por año	(5) 100 % cubierto; (3) > 51 %; (1) < 50 %
	8. Calidad del agua	Grado de potabilidad del agua	(5) 100 % potable; (3) >70 % potable; (1) Agua contaminada
	9. Prácticas manejo de residuos	% de envases que se reciclan	(5) 100 % reciclaje; (3) > 51 %; (1) No se recicla
	10. Toma de decisiones conjuntas	Participación en la toma de decisiones grupales	(5) Núcleo familiar; (3) Esposos; (1) Administrador
Adaptabilidad	11. Distribución del ingreso actividades	Concentración de ingreso según rubros	(5) Ingreso > 2 rubros; (3) =2 rubros; (1) Ingreso =1 rubro
	12. Integración vertical	Asociación eslabones cadena productiva	(5) > 2 eslabones; (3) < 2 eslabones; (1) no integrado
	13. Presencia y acceso al mercado	Grado de control sobre los precios de los productos	(5) Fijan precios con convenios; (3) Posibilidad de negociación; (1) A través oferta y demanda
	14. Disponibilidad de mano de obra	Requerimientos mano de obra en	(5) Mano de obra familiar + jornal + minga; (3)

Atributos	Indicadores	Método de medición	Escala
Autogestión	calificada	labores de finca / agroecosistema	Familiar + jornal; (1) Mano de obra jornal
	15. Diversidad animal	Composición ganadera (inventario)	(5) Especies mayores y menores; (3) Especies menores; (1) Sin inventario animal
	16. Diversidad vegetal cultivada	Composición agrícola	(5) Cultivos permanentes + transitorios; (3) Cultivos permanentes; (1) Monocultivo
	17. Capacidad financiera	Capital de giro	(5) Capital propio; (3) Capital familiar + propio; (1) Entidades financieras
	18. Autoabastecimiento	Autoabastecimiento de semillas e insumos	(5) De finca; (3) De finca y casa comercial; (1) Casa comercial
	19. Pertenencia a grupos y redes locales	Número de grupos asociativos que integra	(5) Integra > 2 grupos; (3) = 1 grupo; (1) Sin participación
	20. Participación actividades de capacitación	Capacitación recibida año/persona	(5) > de 2 capacitaciones; (3) = 1; (1) ninguna

Fuente: elaboración a partir de Albicette, Brasesco y Chiappe (2009).

Los resultados de la evaluación de indicadores según la escala y métodos de medición se presentan mediante mapas tipo radar, los cuales evidencian las características de los agroecosistemas a través de los atributos evaluados (según las dimensiones mencionadas). Finalmente, se integran los resultados para generar una concepción por zonas demográficas de la provincia.

B. Indicadores de la sustentabilidad económica

La dimensión económica refleja un comportamiento equilibrado entre los indicadores y la percepción de los productores rurales (Figura 2). Así mismo, la valoración de sustentabilidad en orden ascendente (Cabrera: 4.0; Pasca: 3.5; Granada: 3.4; San Bernardo: 3.1) evidencia la adaptación de los agroecosistemas a la producción orientada al mercado. La diversidad de oferta de productos agropecuarios (arveja, papa, frijol, tomate de árbol, mora de castilla y ganadería bovina, porcina, avicultura) es base de la economía de la provincia.

No obstante, Sumapaz dispone de características óptimas tanto de suelo, relieve y clima, que permiten la siembra y cosecha periódica de los productos mencionados durante todo el año. Por lo cual, los subsistemas de producción las asocian con un incremento en el rendimiento de la producción, optimización de recursos (materia prima, insumos, infraestructura) y eficiencia en la productividad laboral. De ahí que se conciban sinergias para la ejecución de actividades agropecuarias dentro y fuera de la finca (Fonseca, 2017).

Los productos mencionados brindan oportunidades de acceso a nuevos mercados, pero traen amenazas para los agroecosistemas, que deben generar estrategias para lograr eficiencia de los recursos, ya que desarrollan principalmente monocultivos, con prácticas convencionales basadas en el modelo de revolución verde (Fonseca & Vega, 2017b). Frente a dicha realidad, la producción agroecológica se convierte en un elemento fundamental para generar mayor competitividad. Por tanto, la oferta de producción se articula al sistema agroalimentario a través de: i) seguridad alimentaria del núcleo familiar; ii) abastecimiento directo de mercados verdes o campesinos locales y iii) abastecimiento a plazas o centrales mayoristas por medio de redes de comercialización (León-Sicard et al., 2015).

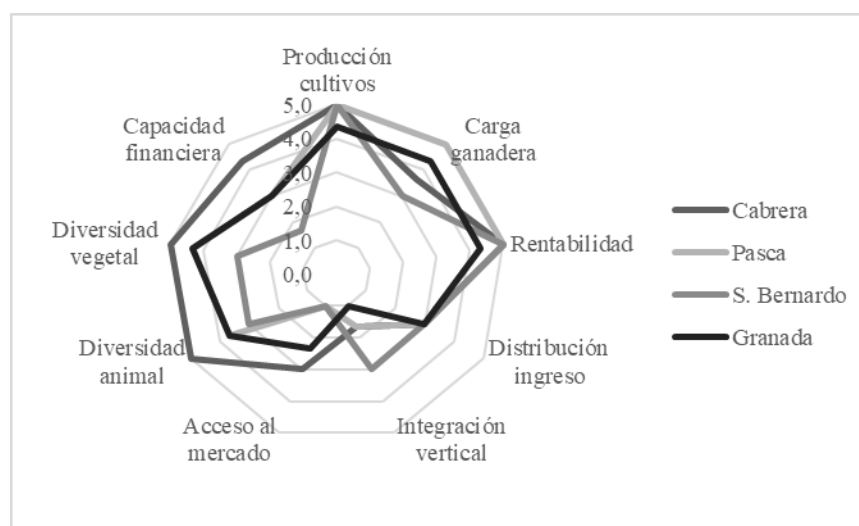


Fig. 2. Valoración de indicadores de sustentabilidad - dimensión económica.

C. Indicadores de la sustentabilidad social

La dimensión social presenta un valor de sustentabilidad de 3.7 para San Bernardo; de 3.5 para Pasca; de 3.4 para Granada y de 3.1 para el municipio de Cabrera (Figura 3). Se encontró una alta vinculación de los agricultores a organizaciones comunitarias (asociaciones sin ánimo de lucro –ESAL- y juntas de acción comunal). La inserción a tejidos y grupos sociales humanos propende a varios sucesos culturales, que generan resiliencia mediante la incorporación de prácticas y saberes culturales dentro del conocimiento geográfico de la zona, limitaciones y potencialidades. Por esto, se conoce el comportamiento de expresiones de fauna y flora a lo largo de varios años de observación de la familia rural.

También se observó una gran participación de entidades gubernamentales (SENA, Universidad de Cundinamarca, Umata, Asohofrucol, Comité de Cafeteros), que apoyan con asistencia técnica y formación complementaria en actividades de producción, transformación y comercialización, las cuales surgen como estrategia

para optimizar las condiciones socioeconómicas de la familia rural, con base en i) intensificación de los patrones de producción: rendimiento de la producción, optimización de recursos (materia prima, insumos, infraestructura) y eficiencia en la productividad laboral, ii) diversificación: actividades de producción y procesamiento (subproductos agropecuarios) empleadas para la comercialización y iii) estructura de empresa agropecuaria: basada en la producción, el procesamiento, la transformación y actividades extraprediales (FAO, 2014).

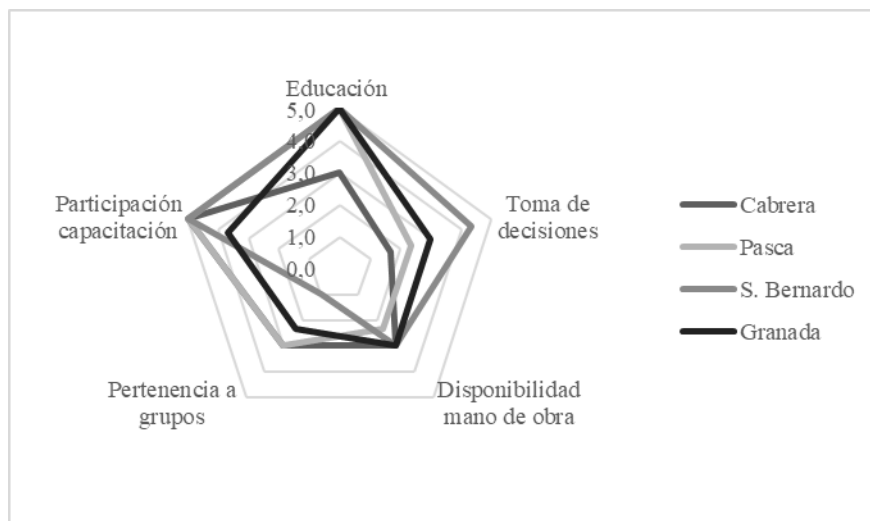


Fig. 3. Valoración de indicadores de sustentabilidad - dimensión social.

D. Indicadores de la sustentabilidad ambiental

En la dimensión ambiental, los municipios obtuvieron las siguientes calificaciones: Cabrera 3.8; Pasca 3.7; San Bernardo 3.3 y Granada 3.0 (Figura 4). Los resultados son triviales, ya que algunos agroecosistemas efectúan prácticas convencionales. Sin embargo, la mayoría propende a la utilización de prácticas de labranza de conservación y protección del suelo (siembra de gramíneas, arbustos como barreras vivas, cultivos de cobertura, construcción de canales de drenaje), para controlar la erosión y lograr buenas relaciones suelo-agua.

En este sentido, Nicholls *et al.* (2015) mencionan que dicha práctica fija nitrógeno al suelo y reduce la pérdida de nutrientes. Igualmente, se incorporan grandes cantidades de materia orgánica como fertilización y nutrición vegetal en forma de abonos, compost, leguminosas en rotación, para recuperar las propiedades físicas y químicas del suelo. Magdoff y Weil (2004), por su parte, mencionan que la incorporación de materia orgánica es fundamental para estructurar suelos con actividad biológica y mantener las condiciones fisicoquímicas. Lo cual es de gran importancia para la resiliencia de los suelos, ya que facilita la retención de agua y posibilita la tolerancia de cultivos a extensas sequías, evitando así que partículas del suelo sean arrastradas por el agua de escorrentía (Nicholls *et al.*, 2015).

El recurso hídrico es de vital importancia para las actividades de producción, adecuación y comercialización de productos, sanidad animal y consumo humano. De ahí que todos los agricultores consultados sean conscientes de la importancia

de las prácticas de conservación de agua, es por ello que realizan reforestación con plantas protectoras en zonas de nacimiento y cauces, conservan y protegen la vegetación en los nacimientos, llevan a cabo jornadas de ornato o limpieza de nacimientos y fuentes de agua. El manejo de estos factores ha permitido que todas las fincas puedan conservar el agua gracias al conocimiento de los agricultores (Fonseca & Lizarazo, 2016).

Sin embargo, los recursos de los agroecosistemas se ven amenazados por factores externos. El agua superficial de uso agropecuario enfrenta problemas de escasez y contaminación, que obliga a los agricultores a buscar alternativas para hacer más eficiente el uso y manejo del agua. Para lo cual hacen tratamiento de aguas servidas (aguas residuales de origen doméstico), aguas de escorrentía de establos o corrales y cultivos, a través de prácticas como pozo séptico, biodigestor y laguna de oxidación, para no generar contaminación a los afluentes hídricos que se encuentran en sus fincas.

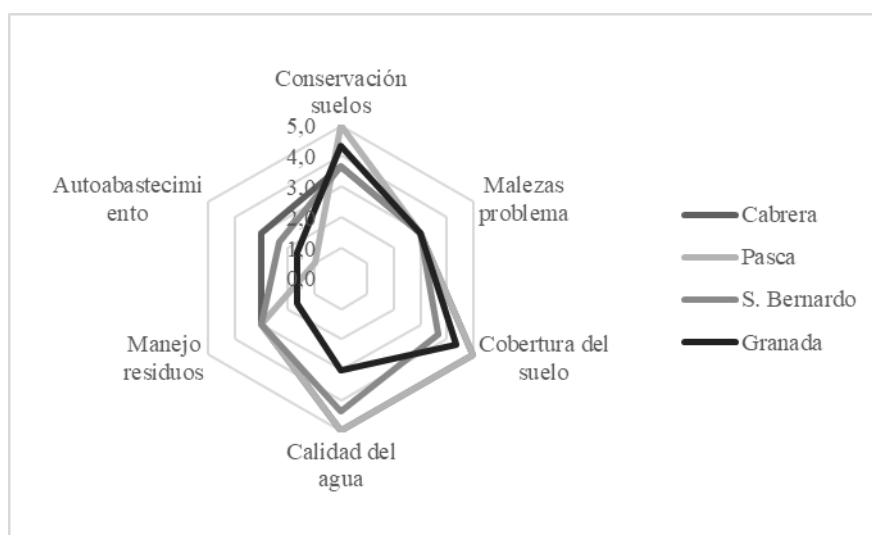


Fig. 4. Valoración de indicadores de sustentabilidad, dimensión ambiental.

E. Presentación e integración de resultados

Mediante el criterio de valorización de los doce casos estudiados, se obtuvo un índice mínimo de 62 y máximo de 76 de 100 puntos posibles. Los agroecosistemas fueron calificados como un nivel “medio de sustentabilidad” (Tabla 2). Es posible que dichos puntajes correspondan a la transición del modelo de revolución verde a modelos agroecológicos. No obstante, los resultados de los agroecosistemas bajo modelos agroecológicos lograron una destacada calificación en el porcentaje de sustentabilidad (A, B, C, D, E, F). Sobresalen prácticas como labranza de conservación, agregado de nutrientes y eficiencia en el uso, el manejo y la conservación del recurso hídrico. Por su parte, en aquellos agroecosistemas con los índices de sustentabilidad más bajos (G, H, I, J, K, L) se detectaron falencias en algunas prácticas productivas convencionales, como el uso de agroinsumos, monocultivo, ampliación de la frontera agrícola. Igualmente, la

escasa participación en redes productivas, tecnológicas y comerciales. De ahí que las familias rurales, al interpretar los resultados, los asocien al mal uso de los ecosistemas versus los sistemas de producción.

Tabla 2. Valor de los indicadores de sustentabilidad en agroecosistemas en la provincia del Sumapaz.

Dimensión	Indicadores	Cabrera			Pasca			S. Bernardo			Granada		
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Económica	1. Producción cultivos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5
	2. Carga ganadería	5	3	3	5	5	5	3	3	3	3	5	5
	3. Rentabilidad	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5
Social	4. Educación formal	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ambiental	5. Conservación suelos	3	5	3	5	5	5	3	3	5	3	5	5
	6. Evolución de malezas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	7. Cobertura del suelo	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	3
	8. Calidad del agua	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3
	9. Manejo de residuos	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1
Social	10. Toma de decisiones	1	3	1	3	1	3	5	5	3	1	5	3
Económica	11. Distribución ingreso	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	12. Integración vertical	1	3	1	1	3	1	3	3	3	1	1	1
	13. Acceso al mercado	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3	1
Social	14. Mano de obra	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3
Económica	15. Diversidad animal	5	5	5	5	3	3	3	3	3	5	3	3
	16. Diversidad vegetal	5	5	5	3	5	5	3	3	3	5	5	3
	17. Capacidad financiera	5	3	5	3	3	3	1	1	3	3	3	3
Ambiental	18. Autoabastecimiento	3	3	3	1	1	1	1	3	3	1	1	3
Social	19. Grupos y redes	3	3	3	3	3	3	1	1	1	3	3	1
	20. Capacitación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3
Grado de sustentabilidad		74	76	72	72	70	72	64	66	68	66	68	62

IV. CONCLUSIONES

Los agroecosistemas evaluados albergan una gran biodiversidad y ofrecen una amplia gama de beneficios y servicios a los productores rurales. Sin embargo, la expansión de técnicas agropecuarias convencionales (monocultivo, uso y dependencia de agroquímicos) está provocando una intensa crisis ambiental, situación que es interpretada como una oportunidad para evaluar en términos agroecológicos la optimización del capital natural frente a la eficiencia de los sistemas de producción.

Lo anterior exige reconvertir los sistemas productivos en sistemas competitivos, a través de un cambio en la forma de producción, respecto al manejo de actividades antrópicas y la adaptación de prácticas agroecológicas, lo cual genera cambios positivos en el uso del suelo, bienestar animal, eficiencia del recurso hídrico, reforestación de áreas boscosas, integración de hábitats y dinámicas del entorno.

En este sentido, los agroecosistemas operan con pocos recursos de tierra, mano de obra, capital e información, con relación a los factores que determinan la sustentabilidad de sistemas de producción, ya que existe una serie de condiciones económicas, sociales y ambientales, que contribuyen a una producción sustentable. Para el caso de la provincia del Sumapaz, la mayoría de agroecosistemas tienen como finalidad central la satisfacción de las necesidades y, al mismo tiempo, son unidad de consumo, cuyo propósito es vender los excedentes de sus productos para salvaguardar su estabilidad económica.

Sin embargo, los agroecosistemas ponen en evidencia la productividad y el desarrollo de métodos de gestión agropecuaria, para mejorar la transición de prácticas tradicionales a las buenas prácticas productivas, debido a que hay una estrecha relación entre los métodos de producción, la productividad y la estabilidad ecológica y se pueden revertir las causas de deterioro de los sistemas de producción mediante la prevención y conservación del capital natural presente.

AGRADECIMIENTOS

La investigación se realizó gracias al apoyo de la Universidad de Cundinamarca, mediante el proyecto de investigación titulado “Evaluación de los servicios ecosistémicos de provisión bajo criterios de sostenibilidad financiera y sustentabilidad ambiental en la provincia del Sumapaz departamento de Cundinamarca”.

REFERENCIAS

Albicette, M., Brasesco, R., & Chiappe, M. (2009). Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay. *Agrociencia*, 13(1), 48-68.

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2000). *Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. México, Distrito Federal: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Altieri, M., & Toledo, V. (2011). The Agroecological Revolution of Latin America: Rescuing Nature, Securing Food Sovereignty and Empowering Peasants. *Journal of Peasant Studies*, 36(1), 587-612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>.
- Astier, M., Speelman, E., López-Ridaura, S., Masera, O., & González-Esquivel, C. (2011). Sustainability Indicators, Alternative Strategies and Trade-Offs in Peasant Agroecosystems: Analyzing 15 Case Studies from Latin America. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 9(3), 409-422. <https://doi.org/10.1080/14735903.2011.583481>.
- Bermúdez, C., Arenas, N., & Moreno, M. (2017). Caracterización socioeconómica y ambiental en pequeños y medianos predios ganaderos en la región del Sumapaz. *Rev. UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 20(1), 199-208. <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n1.2017.76>.
- Blandi, M., Cavalcante, M., Gargoloff, N., & Sarandón, S. (2016). Prácticas, conocimientos y percepciones que dificultan la conservación de la agrobiodiversidad. El caso del cinturón hortícola platense, Argentina. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(78), 97-122. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.iscc>.
- Dussi, M., & Flores, L. (2018). Visión multidimensional de la agroecología como estrategia ante el cambio climático. *Interdisciplina*, 6(14), 129-153. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2018.14.63384>.
- Fonseca, J., Cleves, L., & León, S. (2016). Evaluación de la sustentabilidad de agroecosistemas familiares campesinos en la microcuenca del río Cormechoque (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 13(1), 29-47. <https://doi.org/10.19053/01228420.4804>.
- Fonseca, N. (2015). *Identificación y caracterización de los servicios ecosistémicos de provisión en sistemas de producción campesina en la provincia del Sumapaz*. (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Boyacá.
- Fonseca, N. (2017) Asociatividad como elemento de competitividad para la escalabilidad empresarial de las PYMES. En *Nuevas tendencias organizacionales frente a la dinámica de globalización* (121-143). Tunja, Colombia: Editorial Universidad de Boyacá.
- Fonseca, N., & Fonseca, J. (2014). Estrategia metodológica para caracterizar servicios ecosistémicos en unidades agrícolas campesinas en la provincia del Sumapaz. *Ciencia y Agricultura*, 11(1), 212-218.
- Fonseca, N., & Lizarazo, K. (2016). Escalabilidad empresarial como estrategia de competitividad para medir la sostenibilidad de las PYME. *Ciencia y Agricultura*, 13(2), 26-27.
- Fonseca, N., & Vega, Z. (2017a). Estrategia metodológica para medir la escalabilidad empresarial en los agroecosistemas-pymes. *Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia*, 1(1), 7-12. <https://doi.org/10.16925/greylit.2018>.
- Fonseca, N., & Vega, Z. (2017b). Evaluación de los servicios ecosistémicos de provisión bajo criterios de sostenibilidad en la región del Sumapaz. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 3(2), 90-91.
- Fonseca, N., & Vega, Z. (2018). Propuesta de indicadores para evaluar la sostenibilidad en agroecosistemas agrícola-ganaderos en la región del Sumapaz. *Pensamiento Udecino*, 2(1), 42-49.
- Fuentes, N., & Marchant, C. (2016). ¿Contribuyen las prácticas agroecológicas a la sustentabilidad de la agricultura familiar de montaña? El caso de Curarrehue, región de la Araucanía, Chile. *Rev. Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(78), 35-66. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-78.cpas>.
- Geilfus, F. (1997). *Herramientas para el desarrollo participativo*. Recuperado de [http://www.corporacionpba.org/irp/herramientas/Etapa I/punto de partida/paso2 drp/80 herramienta s.pdf](http://www.corporacionpba.org/irp/herramientas/Etapa%20I/punto_de_partida/paso2_drp/80_herramientas.pdf).
- Gutiérrez, J., Aguilera, L., González, C., & Pérez, J. (2011). Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica, en el subtrópico del altiplano central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 567- 580.

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi –IGAC- (2000). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras de Cundinamarca*. Tomo II. Bogotá: IGAC.
- León-Sicard, T., Sánchez, M., Rojas, L., Ortiz, J., Bermúdez, J., Acevedo, A., & Angarita, A. (2015). Hacia una historia de la agroecología en Colombia. *Revista Agroecología*, 10(2), 39-53.
- Magdoff, F., & Weil, R. (2004). Soil Organic Matter Management Strategies. In *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. Boca Raton: CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203496374.ch2>.
- Martínez, R. (2009). Sistemas de producción agrícola sostenible. *Tecnología en Marcha*, 22(2), 23-39.
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. México: MundiPrensa-GIRA-UNAM.
- Masera, O., & López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y sistemas campesinos. Cinco experiencias de evaluación en el México rural*. México: MundiPrensa-GIRA-UNAM.
- Nicholls, C., Henao, A., & Altieri, M. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Revista Agroecología*, 10(1), 7-31.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO- (2010). *Análisis de los sistemas de producción agrícola de las provincias de Soacha y Sumapaz (Cundinamarca)*. Recuperado de http://coin.fao.org/coinstatic/cms/media/5/12833581121450/sistemas_cundinamarca.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO- (2014). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i4036s.pdf>.
- Paleologos, M., Lermanó, M., Blandi, M., & Sarandón, S. (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la agroecología. *Redes, Universidad de Santa Cruz do Sul*, 22(1), 92-115.
- Sarandón, S. (2014). El agroecosistema: un ecosistema modificado. En *Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (pp. 100-130). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10915/37280>.
- Sevilla, E., & Soler, M. (2009). Del desarrollo rural a la agroecología. Hacia un cambio de paradigma. *Revista Documentación Social*, 1(1), 25-41.
- Stupino, S., Lermanó, M., Gargoloff, N., & Bonicatto, M. (2014). La biodiversidad en los agroecosistemas. En S.J. Sarandón & C.C. Flores (eds.), *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. (13-42). La Plata: Editorial Edup.